1969
Verlag Schnelle, Eberhard und Wolfgang Schnelle GmbH, Quickborn

Druck und Einband: Maurischat & Bevensee, Quickborn
Printed in Germany

GRUNDLAGENSTUDIEN

AUS

KYBERNETIK

UND GEISTESWISSENSCHAFT

KURZTITEL
GrKG 10/2

BAND 10
HEFT 2

JUNI
1969

INHALT

K. D. HOFMANN	Die Entropie als Parameter sozialer Systeme	31
HERBERT W. FRANKE	Ein Regelsystem für Wahrnehmungsprozesse	43
VOLKER STAHL	Ein algorithmisierbares Verfahren zur Beurteilung frei formulierter Adressatenantworten	51
HILDEBRAND VON EINSIEDEL	Erhebung über die Verbreitung der Programmierten Instruktion in den westdeutschen allgemeinbildenden Schulen	57

VERLAG SCHNELLE QUICKBORN

Neuerdings vollzieht sich eine immer stärker werdende Annäherung zwischen Natur- und Geisteswissenschaft als Auswirkung methodologischer Bestrebungen, für die sich das Wort Kybernetik eingebürgert hat. Die Einführung statistischer und speziell informationstheoretischer Begriffe in die Ästhetik, die invariantentheoretische Behandlung des Gestaltbegriffs und die Tendenzen, zwischen der Informationsverarbeitung in Maschine und Nervensystem Isomorphismen nachzuweisen, sind nur drei Symptome dafür.

Die Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft sollen der raschen Publikation neuer Resultate dienen, welche diese Entwicklung zu fördern geeignet sind. Veröffentlicht werden vor allem grundlegende Ergebnisse, sowohl mathematischer, psychologischer, physiologischer und in Einzelfällen physikalischer als auch philosophischer und geisteswissenschaftlicher Art. Nur in Ausnahmefällen werden dagegen Beiträge über komplexere Fragen der Nachrichtentechnik, über Schaltungen von sehr spezieller Bedeutung, über Kunst und literaturgeschichtliche Probleme etc. angenommen. In geringer Zahl werden Buchbesprechungen veröffentlicht.

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je 32 bis 48 Seiten.
Beiheft: Im Jahr erscheint für Abonnenten ein Beiheft.
Preis: DM 4,80 je Heft und Beiheft.
Im Abonnement Zustellung und Jahreseinbanddeckel kostenlos. Bezug: durch Buchhandel oder Verlag.
Manuskriptsendungen: an Schriftleitung gemäß unserer Richtlinien auf der dritten Umschlagseite.

Schriftleitung

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Les sciences naturelles et les sciences humaines se rapprochent de plus en plus; ce rapprochement est une conséquence des tendances métodologiques appelées cybernetique. L'introduction en esthétique de termes statistiques et surtout de termes de la théorie de l'information, le fait de considérer mathématiquement la notion de Gestalt comme une invariante, et les tendances à chercher des isomorphismes entre la transformation de l'information par les machines et par le système nerveux sont seulement trois exemples du dit rapprochement.

Les «Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft» ont pour but de publier rapidement des résultats nouveaux capables de contribuer à ce dévéloppement. Surtout des résultats fondamentaux (soit de caractère mathématique, psychologique, physiologique et quelquefois physique — soit de caractère philosophique ou appartenant aux sciences humaines) sont publiés. Par contre des travaux concernant soit des questions assez complexes de la théorie de communication et télécommunication, soit des reseaux éléctriques ayant des buts trop spéciaux, soit des problèmes de l'histoire de l'art et de la litérature etc. ne sont acceptés qu'exceptionnellement aussi que les comptes rendus de nouveaux livres.

Il paraissent 4 numéros de 32 à 48 pages par an et un numéro spécial, pour les abonnés. Prix: DM 4.80 le numéro (et le numéro spezial) L'envoi et la couverture du tome complèt (à la fin de chaque année) est gratis pour les abonnés.
Les G KG sont vendus en librairie ou envoyés par les Editeurs Schnelle
Les manuscrits doivent être envoyés au rédacteur en chef. Quant à la forme voir les remarques à la page 3 de cette couverture.

Rédacteur en chef

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Natural and cultural sciences are in train to come together closer and closer as a consequence of methodologica- tendencies called cybernetics. The introduction of terms of statistics and specially of information theory into the terminology of esthetics, the interpretation of 'Gestalten' as mathematical invariants, and the search for isomorphisms by comparing information handling in computers and the brain are only three symptoms of the process mentioned above.

The Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft would like to cultivate this tendencies by rapid publication of new results related to cybernetics, especially results of basic interest, no matter whether belonging to the field of mathematics, psychology, physiology and sometimes even of physics, or rather to the fields of philosophy and cultural sciences. But papers which concern complex technical problems of transmission and processing of information, or electrical networks with very limited purpose, or the history of art and literature, are accepted only exceptionally. There will also be few recensions of books.

G KG are published in 4 numbers each year, with 32–48 pages per number. A special number is edited each year for the subscribers.
Price: DM 4.80 per number (and spezical number) Mailing and cover of the volume (to be delivered together with the last number each year) is free for subscribers. The G KG may be received by booksellers or directly by the publisher.

Papers should be sent to the editors. For the form of manuscript see page 3 of this cover.

Editor

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

DIE ENTROPIE ALS PARAMETER SOZIALER SYSTEME

von K. D. Hofmann, Bochum

Im folgenden soll gezeigt werden, wie der Entropiebegriff sowohl eine Typisierung sozialer Systeme als auch die Konstruktion dynamischer Gesellschaftsmodelle ermöglicht. Während F. v. Cube und R. Gunzenhäuser (1967) die elektive Entropie als Strukturmaß einer durch Morenos sozialpsychologischen Test definierten Gruppe entwickelten, soll hier die Gesellschaft durch ihren Bezug zu jeweils vorliegenden Alternativen bestimmt werden. Die nach dem Vorgehen von H. Frank (1962) und A. A. Moles (1960) auf Häufigkeiten bezogene Entropie wird sich dabei als charakteristisch für den Zustand eines sozialen Systems erweisen. Nachdem (I) aus dem zugrunde gelegten Modell die wichtigsten Eigenschaften hergeleitet worden sind, werden (II) diese auf beobachtbare Zustände sozialer Systeme angewendet.

I. Eigenschaften des Modells

Als Basis dient uns das von K.J. Arrow (1951) beschriebene und dann vielfach erweiterte Modell, das von den Entscheidungen bzw. Präferenzen der Individuen einer Gesellschaft über eine Reihe vorgegebener Alternativen ausgeht und fragt, wie diese Einzelpräferenzen zu sozialen Entscheidungen verschmolzen werden können (s. dazu auch H. D. Luce und H. Raiffa, 1964, sowie G. Kreweras, 1965). Danach besteht die Gesellschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt aus v Personen, die über w verschiedene Alternativen ihre Präferenz ausdrücken können. Die Alternativen (mindestens 3) sollen dabei von den Personen (mindestens 2) durch paarweisen Vergleich angeordnet werden, wobei der Grad der Vorliebe unberücksichtigt bleiben soll (Ordinal-Skala). Indifferenzen werden der Einfachheit wegen ausgeschlossen. Für die Alternativen a, b, c (w = 3) ergeben sich so die 6 möglichen Präferenzordnungen:

R_1	a vor b vor c
R_2	b vor c vor a
R_3	c vor a vor b
R_4	a vor c vor b
R_5	c vor b vor a
R_6	b vor a vor c

Für eine aus zwei Personen bestehende Gesellschaft ($v = 2$) lassen sich nun alle möglichen Zustände bezüglich der drei Alternativen beschreiben durch die sämtlichen geordneten Paare der 6 Präferenzordnungen. So bedeutet R_1R_1: beide ziehen das a dem b, das b dem c vor; oder R_1R_6: die erste Person zieht a dem b dem c vor, die zweite b dem a dem c usw. Es gibt $6^2 = 36$ verschiedene solcher geordneten Paare.

Bezeichnen wir allgemein die Menge der bei w Alternativen möglichen Präferenzordnungen mit

$$\mathfrak{R} = (R_1, R_2, \ldots, R_n),$$

wobei $n = w!$ ist. Ein möglicher Zustand dieser Gesellschaft läßt sich dann beschreiben, indem jeder Person das von ihr ausgewählte R_i zugeordnet wird, so daß eine aus v Gliedern bestehende Folge der R_i entsteht. Eine solche Folge heiße "Präferenzprofil". Jedem Präferenzprofil entspricht also ein bestimmter durch die Verteilung der Präferenzordnungen gekennzeichneter Zustand. Alle bei v Personen möglichen Profile bilden die Elemente des Cartesischen Produktes $\mathfrak{R}^{(v)}$. Ihre Anzahl beträgt $w!^v$.

Eine Regel, die aus den individuellen Präferenzen eine einzige soziale erzeugt, besteht demnach in einer Funktion F, die jedem Element von $\mathfrak{R}^{(v)}$ ein und nur ein Element aus $\mathfrak{R}$ zuordnet. Wenn z.B. das Präferenzprofil $R_1R_1R_1R_3$ durch die Funktion F in R_1 übergeführt wird, so bedeuter das: die Präferenzordnung der Mehrheit bestimmt auch die der Gesellschaft. Als einfachste Regel, die die Erfüllung der Interessen einer Höchstzahl von Mitgliedern der Gesellschaft zu garantieren scheint, bietet sich die Mehrheitsregel an, d.h. die Funktion F ist so beschaffen, daß die Gesellschaft die Alternative a dem b vorzieht, wenn die Mehrheit ihrer Mitglieder a dem b vorzieht.

Auf das Trügerische der scheinbar einleuchtenden Einfachheit dieser Regel hat zuerst Condorcet (1785) hingewiesen, indem er gezeigt hat, daß es Präferenzprofile gibt, bei denen die Mehrheitsregel zu keiner transitiven Entscheidung führen kann. Nehmen wir zur Illustration das von Condorcet angeführte Beispiel:

Eine Gesellschaft bestehe aus 60 Personen ($v = 60$) und habe über die Alternativen a, b, c zu entscheiden. Das betrachtete Präferenzprofil sei so beschaffen, daß

23 Personen a dem b dem c vorziehen
2 Personen b dem a dem c
17 Personen b dem c dem a
10 Personen c dem a dem b
8 Personen c dem b dem a

(d. h. in diesem Präferenzprofil kommt 23 mal R_1, 2 mal R_6 usw. vor). Die Anwendung der Mehrheitsregel ergibt, daß die Mehrheit a dem b vorzieht (33 gegen 27), b dem c (42 gegen 18) und c dem a (35 gegen 25). Die durch die Mehrheitsregel bestimmte Entscheidung des Kollektivs müßte also lauten:

a vor b
b vor c
c vor a,

was aber keine transitive Ordnung zuläßt. Die kollektive Präferenzordnung, definiert durch die Mehrheitsregel, ist also nicht immer transistiv, d. h. sie gestattet nicht immer eine kollektive Entscheidung, wenn man diese derselben Logik unterwirft wie die individuellen Entscheidungen.

Eine Verallgemeinerung dieses Umstandes bildet die Grundlage von Arrows Unmöglichkeitstheorem, das beweist, wie im Rahmen dieses Modells die an eine demokratische Verfahrensweise gestellten und als selbstverständlich betrachteten Forderungen nicht miteinander kompatibel sind. Ohne auf die große Zahl von Untersuchungen über die Unmöglichkeit der Aggregation individueller Präferenzordnungen einzugehen, sei hier nur dasjenige Kriterium hervorgehoben, welches sie von den folgenden Überlegungen unterscheidet: während in diesen Arbeiten der Definitionsbereich der Funktion F aus allen Elementen von $\mathfrak{R}^{(v)}$ besteht, so daß F für sämtliche in der jeweiligen Gesellschaft möglichen Zustände eine Aggregationsvorschrift zu liefern hat, soll hier der Zustand des sozialen Systems zu einem bestimmten Zeitpunkt durch ein einziges Präferenzprofil gekennzeichnet sein. Der Übergang von einem Präferenzprofil zu einem anderen ergibt somit die zeitliche Abfolge der Zustände dieses Systems, wobei der für die Profile zu definierenden Entropie die Rolle eines Entwicklungsparameters zukommen wird.

Um die Definition der Entropie und die Herleitung ihres Zusammenhanges mit dem Auftreten des "Condorcet-Effektes" vorzubereiten, betrachten wir für den Spezialfall $v = 5$ und $w = 3$ die möglichen Präferenzprofile näher. Ihre Gesamtzahl beträgt nach dem oben Gesagten $5!^3$. Die Anwendung der Mehrheitsregel führt nur bei einem kleinen Bruchteil von ihnen zu einer intransitiven Rangordnung. Für die Zusammensetzung eines solchen Profils ist hinreichend, daß alle auftretenden Präferenzordnungen durch zyklische Permutationen der Alternativfolgen auseinander hervorgehen (hier R_1, R_2, R_3 und R_4, R_5, R_6) und daß jedes R_i höchstens 2 mal auftritt. Ein weiterer Typ intransitiver Profile entsteht dadurch, daß zu den drei zyklischen R_i noch ein zyklisches derselben Gruppe hinzugefügt wird und ein passendes der anderen Gruppe (z. B. $R_1R_2R_3R_1R_5$ führt bei

Anwendung der Mehrheitsregel zu der intransitiven Rangordnung a vor b vor c vor a). Diese beiden Fälle führen zu $6\frac{5!}{2!\,2!} + 6\frac{5!}{2!}$ möglichen Kombinationen, die die Anzahl der Profile mit intransitiven kollektiven Rangordnungen darstellen. Ihr Anteil an der Gesamtzahl läßt sich danach zu f = 6,9 % angeben.

Für das Auftreten des Condorcet-Effektes bei einem Präferenzprofil erweist sich also die Häufigkeitsverteilung der R_i als ausschlaggebend. Dies legt den Gedanken nahe, jedem Profil eine auf seiner Häufigkeitsverteilung basierende Entropiefunktion zuzuordnen. Kommt in einem Präferenzprofil die Alternativfolge R_i gerade H_i mal vor, so ergibt sich bei v Personen für dieses R_i als relative Häufigkeit $h_i = H_i/v$. Als Entropie des Systems im zugehörigen Zustand definieren wir somit

(1) $$S = -\sum_i h_i \log h_i$$

wobei über alle vorkommenden Alternativfolgen zu summieren ist, d.h. der Summationsindex i läuft im allgemeinen von 1 bis w!. Die Entropiefunktion nimmt ihren niedrigsten Wert S = 0 an, wenn nur ein einziges R_i in einem Profil vorkommt, entsprechend einem Zustand des Systems, bei dem alle Mitglieder der Gesellschaft dieselbe Präferenzordnung bevorzugen (Einstimmigkeit). Der größtmögliche Wert S_{max} kennzeichnet die gleichmäßige Verteilung der Personenzahl über alle auftretenden Alternativordnungen. Der zu dem Präferenzprofilen mit intransitiver kollektiver Rangordnung gehörige Entropiewert läßt sich in unserem Beispiel leicht berechnen. Bei dem ersten Typ kommt ein erstes R zweimal, ein zweites R zweimal und ein drittes R einmal vor, so daß sich die Häufigkeiten $(\frac{2}{5}, \frac{2}{5}, \frac{1}{5})$ ergeben. Berechnet man mit Hilfe der Tabellen der Funktion f(x) = - x ld x in F. v. Cube und R. Gunzenhäuser (1967) den zugehörigen Entropiewert, so ergibt sich S = 1,52. Definieren wir als relative Entropie

(2) $$S^+ = S/S_{max}\,,$$

so folgt wegen der zu S_{max} gehörigen Verteilung $(\frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5})$ der Wert $S_{max} = 2,34$, also läßt sich der relative Entropiewert für den ersten Typ der Condorcetprofile unseres Beispiels ermitteln zu $S^+ = 0,65$. Analog ergibt sich für die Häufigkeitsverteilung $(\frac{2}{5}, \frac{3}{5}, \frac{3}{5})$ des zweiten Typs der Wert $S^+ = 0,82$.

Es zeigt sich also, daß es einen Entropiewert S_1 gibt, unterhalb dessen keine Präferenzprofile mit intransitiver kollektiver Präferenzordnung vorkommen, und einen anderen Wert S_2, der die entsprechende obere Schranke darstellt. In Tab. 1 sind für einige Werte von v diese Schranken eingetragen. Beide Schranken scheinen einem

v	S_1	S_2
5	0,65	0,82
7	0,57	0,77
9	0,61	1,00
11	0,60	0,97

Tab. 1 Die Entropiegrenzen S_1 und S_2 bei 3 Alternativen für verschiedene v.

Grenzwert zuzustreben. Tatsächlich ist für $v > w!$ die untere Schranke dadurch gekennzeichnet, daß die Häufigkeitsverteilung der Struktur $(\frac{1}{w}, \frac{1}{w}, \frac{1}{w}, \ldots, \frac{1}{w})$ zustrebt, was dem Entropiewert $S = \log w$ entspricht. Andererseits muß $\lim S_{max} = \log w!$ sein wegen der Grenzstruktur $(\frac{1}{w!}, \frac{1}{w!}, \ldots, \frac{1}{w!})$, so daß sich folgende Grenzwerte ergeben:

(3) $$\lim_{v \to \infty} S_1 = \log w / \log w! \qquad \text{und} \qquad \lim_{v \to \infty} S_2 = 1.$$

Daraus folgen die Ungleichungen

(4) $$0 < S_1 \leqq \log w / \log w! < S_2 \leqq 1 \qquad \text{für } v > w!.$$

In unserem Beispiel mit 3 Alternativen ist $\log w / \log w! = 0,61$ und die Ungleichungen (4) lassen sich für $v > 6$ durch die Werte der Tabelle bestätigen.

Fassen wir die bisherigen Überlegungen unter Betonung des Entropieaspektes zusammen. Wenn eine aus v Personen bestehende Gesellschaft über w Alternativen ihre Präferenz auszudrücken hat, so sind diese nicht immer durch die Mehrheitsregel zu kollektiven Entscheidungen verschmelzbar. Die nach (1) definierte Entropie liefert dafür ein Kriterium. Falls die Entropie den Wert null annimmt, zeigen alle Personen die gleiche Rangfolge der Präferenzen an. Von einem nach (3) und (4) bestimmten kritischen Entropiewert S_1 an treten jedoch Präferenzprofile auf, bei denen die Mehrheitsregel zu intransitiven Präferenzordnungen führt. Dieser kritische Entropiewert ist für $v > w!$ unabhängig von v und nimmt mit wachsender Zahl der Alternativen ab.

II. Anwendung auf soziale Systeme

Um die Folgerungen unserer Überlegungen für ein Modell der Gesellschaft zu verdeutlichen, stellen wir uns einen Anfangszustand vor, der die betrachtete Gesellschaft als solche überhaupt erst definieren soll, indem alle Personen über eine bestimmte Zahl vorhandener Alternativen die gleiche Rangfolge zeigen. Eine Mehrheitsregel ist hier nicht nötig, um diese identischen Präferenzordnungen in eine kollektive umzusetzen. Es genügt die Feststellung und Umsetzung der Präferenz durch einen "Ältesten".

Diese Form der Konstituierung einer Gruppe findet sich noch heute in "primitiven" Gesellschaften. So beschreibt C. Lévi-Strauss (1960), daß bei den Nambikwara die Zustimmung nicht nur Ursprung und Begrenzung der Macht eines Häuptlings darstelle, sondern daß häufig der Konsensus bei der Häuptlingswahl die Gruppe überhaupt erst als solche zusammenfüge. Die Zustimmung bleibt aber auch weiterhin für das Bestehen der Gruppe notwendige Voraussetzung, d.h. in unserer Terminologie, daß sich die Gruppe auf der Basis einer gemeinsamen Rangfolge über die jeweils anstehenden Alternativen konstituiert und fortbesteht.

Falls diese Alternativen, durch äußere Umstände bedingt, in immer ähnlicher Folge wiederkehren, so kann sich allmählich eine Tabuierung der eingespielten Präferenzfolgen ausbilden, so daß dann neue Alternativen gar nicht zu kollektiver Wirksamkeit gelangen können. Dieser Zustand ist nach der Beschreibung der der Ethnologen für die primitiven oder "kalten" Gesellschaften typisch. (s. z.B. B. Malinowski, 1944). Der zu Anfang angenommene extrem niedrige Entropiewert wird dadurch beibehalten; er wird durch die Tabuierung sozusagen "eingefroren".

Dem entspricht dann eine starre Struktur, die sich von der Bauweise des Dorfes bis in die einzelnen Überzeugungen und Riten wiederfinden läßt, und von der unter keinen Umständen abgewichen wird. Je nach der Anzahl der Ausgangsalternativen kann diese Struktur sehr kompliziert sein, jedoch findet sich immer eine Tendenz zum höchstmöglichen Ordnungsgrad, d.h. möglichst niedriger Entropie. So zeigen bei den Bororo alle Dörfer die gleiche kreisförmige Anordnung der Hütten rings um das Männerhaus. Der Kreis ist in Sektoren geteilt, die einem komplizierten System von Vorrechten, Traditionen, Rängen und Pflichten entsprechen. Lévi-Strauss (1958) weist bei den Mbaya nach, wie sich die gesellschaftliche Struktur in der stilistischen Struktur ihrer Ornamente widerspiegelt, die auf zwei- und drei-zählige Symmetrien zurückgeführt werden können, dem niedrigsten Entropiewert entsprechend.

Diese Gesellschaften stellen das genaue Analogon zu den physikalischen Zuständen niedriger Entropie im unstabilen Gleichgewicht dar, die durch einen Katalysator oder durch Energiezufuhr in einen stabilen umgewandelt werden, wobei dann die Entropie sprunghaft bis zu ihrem Höchstwert anwächst (Beispiel: ein Knallgasgemisch aus Sauerstoff und Wasserstoff wird durch einen Funken zur Explosion gebracht). Ähnlich sind die kalten Gesellschaften als Zustände labilen Gleichgewichts zu verstehen, bei denen gewisse geringfügige Störungen hinreichen, um sie als kalte Gesellschaften auszulöschen. Meist genügt ein oberflächlicher Kontakt mit einer heißen Gesellschaft oder auch schon die Anwesenheit einiger Ethnologen. So haben die salesianischen Missionare die Bororo dadurch bekehren können, daß sie die Indios dazu drängten, Dörfer zu bauen, in denen die Hütten statt in Kreisform in parallelen Reihen angeordnet waren. Dies reichte aus, um sie ihres religiösen und gesellschaftlichen Systems verlustig gehen zu lassen. Eine von außen erzwungene Erhöhung der Entropie bezüglich irgendeiner Substruktur stellt also das gesamte gesellschaftliche System in Frage. Daß allerdings der labile Zustand über mehrere Jahrhunderte unverändert andauern kann, wenn nur die Gesellschaft durch keine äußeren Einflüsse gestört wird, beschreibt Lévi-Strauss an derselben Stelle. Er führt das Beispiel eines Häuptlings der Tupi-Indios an, der auf die Frage nach den Rechten eines Häuptlings dasselbe antwortet, was vier Jahrhunderte vorher Montaigne in einem Gespräch mit Tupi-Indios in Rouen wörtlich ebenso erfahren hatte.

Bleibt die Gesellschaft jedoch, bedingt durch sich verändernde äußere oder innere Konstellationen, offen für die Einfügung neuer Alternativen oder für die Umwandlung der alten, so entsteht die für die heißen Gesellschaften typische Situation: die allmählich wachsende Zahl der Alternativen verursacht eine immer breiter werdende Verteilung der einzelnen Mitglieder auf die möglichen Präferenzordnungen, deren Zahl mit $w!$ anwächst. Ein System von Regeln wird nötig, um den voneinander abweichenden Präferenzordnungen eine einzige kollektive zuzuordnen. Falls die Alternativen schnell genug wechseln oder anwachsen, werden Brauch, Norm, Konvention als solche Regeln nicht mehr hinreichen. Als einfachste, für jeden Alternativwechsel sofort einsetzbare Regel bietet sich die Mehrheitsregel an, mit deren Anwendung der erworbene oder ererbte Primat eines Einzelnen, der über Brauch und Normen entschieden hat, abgelöst wird durch eine Ratsverfassung. Diese ist charakterisiert durch ihre Ausrichtung auf eine wie auch immer geartete Mehrheit, deren Präferenzen sie kollektiven Ausdruck geben will.

Der Offenheit für neue Alternativen und der zunehmenden Streuung über die möglichen Präferenzordnungen entspricht ein Anwachsen der Entropie bei dem

jeweils zugehörigen Präferenzprofil, bis sie den kritischen Wert S_1 erreicht. Die Gesellschaft wird nun in zunehmendem Maße vor das Problem gestellt, daß ihre individuellen Präferenzen nicht mehr kollektiv ausdrückbar sind und sich daher im Rahmen einer Ratsverfassung nicht mehr realisieren lassen. Beschleunigt wird dieses Dilemma noch dadurch, daß der kritische Entropiewert S_1 gemäß (3) mit wachsender Zahl der Alternativen abnimmt, so daß sich eine Zunahme der Alternativen doppelt ungünstig auf die Transitivität der kollektiven Präferenzordnungen auswirkt. Die Ratsverfassung wird diesem Zustand nicht mehr gerecht, Entscheidungen können im Extremfall gar nicht oder nur unabhängig von den Präferenzen der Mehrheit selbst einer kleinen Elite gefällt werden. Diese beiden Möglichkeiten entsprechen den von Aristoteles angegebenen Alternativen, in deren eine jede Demokratie münden müsse: Anarchie oder Tyrannis. In unserem Modell bieten sich allerdings noch zwei andere Möglichkeiten an, die den parlamentarischen Rahmen gewährleisten: entweder eine drastische Verringerung der Zahl von Alternativen, so daß der kritische Entropiewert S_1 wieder größer wird als der gerade vorliegende, oder aber eine drastische Vermehrung der Alternativen, so daß die Entropie ihren Maximalwert erreicht und die notwendigen Bedingungen für das Eintreten des Condorcet-Effektes nicht mehr erfüllt sind (letzteres ist allerdings nur möglich, falls v in der Größenordnung von w liegt, da sonst $S_2 = 1$ und eine Steigerung nicht mehr zu erreichen wäre).

Die erste Möglichkeit läßt sich auf zwei Arten erreichen: momentan durch Vorgabe extremer Alternativen, die alle anderen zeitweilig ausschalten, so daß die auf die neuen, zahlenmäßig verringerten Alternativen bezogene Entropie klein gehalten werden kann. Zu diesem Verfahren zählt die Propagierung des "äußeren Feindes", der die inneren Spannungen vergessen lassen soll, um so die Entscheidungsgremien wieder im Sinne der Volksmeinung entschlußfähig zu machen. Eine ähnliche Wirkung kann durch erhöhte Repressionen einer an der Macht befindlichen Gruppe erzielt werden, wodurch die Gesellschaft "der Entropie zuvorkommen" kann.

Gegenüber dieser befristeten Entropieerniedrigung, die nur für die Dauer der ergriffenen Maßnahmen bewirkt werden kann, läßt sich auch durch gesellschaftliche bzw. politische Prozesse eine langfristige Entropieverminderung einleiten, indem Gruppen von Alternativen zu neuen zusammengefaßt werden, oder indem die Alternativen voneinander abhängig gemacht werden. Das eine entspricht einer zunehmenden Schichtungstendenz, die sich z. B. durch eine Institutionalisierung von Vorranganspruchen auf lange Zeit aufrecht erhalten läßt. Die zunehmende Abhängigkeit der Alternativen untereinander muß als Prozeß der Verflechtung und Zunahme der Komplexität einer Gesellschaft verstanden werden.

Die zweite Möglichkeit einer drastischen Erhöhung der Anzahl von Alternativen läßt sich durch revolutionäre Umwälzungen realisieren. Allerdings gerät auch die Revolution mit zunehmender Institutionalisierung, d. h. Abnahme der Zahl von unabhängigen Alternativen, wieder in den kritischen Bereich des oben skizzierten Dilemmas, so daß sie zwischen Diktatur, Anarchie, Schichtung und Verflechtung oder neuerlicher Revolution zu stehen kommt.

Daß die kalten Gesellschaften durch Strukturen niedriger Entropie, die heißen umgekehrt durch höhere Entropiewerte gekennzeichnet sind, läßt sich auch an anderen, konkreten Systemen (z. B. Heirat, Tausch) aufzeigen. Diese Modelle sollen jedoch an anderer Stelle erörtert werden.

Das bis hierher heuristisch behandelte Modell soll noch einmal modelltheoretisch zusammengefaßt werden, so daß einerseits zwischen Prämissen und Folgerung klar unterschieden wird. Andererseits sei nochmals darauf hingewiesen, wie das zugrundeliegende System auf Störungen so reagiert, daß es durch kompensierende Veränderungen seiner Struktur in einen funktionstüchtigen Zustand zurückzukehren vermag, um zu zeigen, daß unser Modell die für strukturelle Analysen relevante Forderung erfüllt, nach der ein solches Modell zu Hypothesen über selbstregulative Systeme zu führen habe (s. J. Fijalkowski, 1967).

Prämissen: Die Gesellschaft wird verstanden als ein mehrstufiges System interdependenter, durch die Gesamtheit ihrer Alternativen bestimmbarer Systeme, deren Struktur sich aus der Verteilung der Individuen auf die möglichen Rangfolgen der Alternativen ergibt. Die zu dieser Struktur gehörige Entropiefunktion erscheint als einziger sie charakterisierender Parameter. Der ursprüngliche Zustand der Gesellschaft bzw. ihre Konstituierung als System sei definiert durch eine identisch gleiche Präferenzfolge sämtlicher ihrer Mitglieder, was dem Entropiewert null entspricht. Die Diachronie des Parameters wird substituiert durch die Folge seiner in synchronen Schnitten fixierten Werte.

Folgerungen: Die kalten Gesellschaften können verstanden werden als dem Ausgangssystem am nächsten stehend. Ihr niedriger Entropiewert entspricht einem hohen Ordnungszustand bezüglich einer geringen Zahl möglicher Alternativen, was dem genau geregelten Ablauf des gesellschaftlichen Lebens entspricht, sowie seiner geringen Fähigkeit, sich jenseits dieser Alternativen liegenden Veränderungen anzupassen. Aus dieser Fixiertheit der Entropie ergibt sich die Labilität des Systems gegenüber Einwirkungen heißer Gesellschaften, in Übereinstimmung mit den Erfahrungen der Ethnologen.

Die heißen Gesellschaften sind gekennzeichnet durch ein Anwachsen der Entropie. Mit den Mitteln der Logik läßt sich zeigen, daß die Mehrheitsregel von einem gewissen Entropiewert an nicht mehr genügt, um die individuellen Präferenzen in kollektive zu verwandeln. Einer daraus drohenden Anarchie oder Diktatur kann sich die Gesellschaft entziehen, indem sie den kritischen Entropiewert durch innere Strukturänderungen überwindet. Die dazu nötigen Operationen entsprechen folgenden gesellschaftlichen Prozessen: Erhöhung der Komplexität, Differenzierung der Schichtung, revolutionäre Umwandlungen, wobei letztere mit zunehmender Stabilisierung wieder in den kritischen Entropiebereich und damit vor die gleichen Alternativen geraten.

An diesem Modell wird deutlich, welche Rolle der Entropie für künftige Gesellschaftsmodelle und -theorien zukommen wird. Einmal ermöglicht sie durch eine Objektivierung des Vergleichs die gemeinsamen Grundlagen aller uns bekannten Gesellschaftsformen herauszufinden und zugleich auch die Merkmale, in denen sie sich voneinander unterscheiden. Zum anderen ist durch die Verknüpfung der Entropieänderung mit der Unumkehrbarkeit der Zeit eine Möglichkeit gegeben, die Geschichtlichkeit der Gesellschaft im Modell zu erfassen, so daß zugleich auch der Prognose neue Bereiche eröffnet werden. Von daher ist es zu verstehen, wenn Lévi-Strauss schreibt, daß die Anthropologie eigentlich Entropologie heißen sollte, da sie sich mit dem Prozeß der Desintegration in seinen höchsten Erscheinungsformen befasse (C. Lévi-Strauss, 1960).

Schrifttumsverzeichnis

Arrow, K. J. — Social Choice and Individual Values, New York 1951

Condorcet, A. de — Essai d' Application de l' Analyse à la Probabilité des Décisions rendues à la Pluralité des Voix, Paris 1785

Cube, F. v. und Gunzenhäuser, R. — Über die Entropie von Gruppen, Quickborn 1967

Fijalkowski, J. — Methodologische Grundorientierungen Soziologischer Forschung; in: Enzyklopädie der Geisteswissenschaftlichen Arbeitsmethoden, Band 8, München und Wien 1967

Frank, H. — Kybernetische Grundlagen der Pädagogik Baden-Baden 1962

Kreweras, G. — Aggregation of Preference Orderings; in: S. Sternberg (edit.), Mathematics and Social Sciences. Paris, Den Haag 1965

Lévi-Strauss, C. — Anthropologie Structurale, Paris 1958

Lévi-Strauss, C. — Traurige Tropen, Köln und Berlin 1960

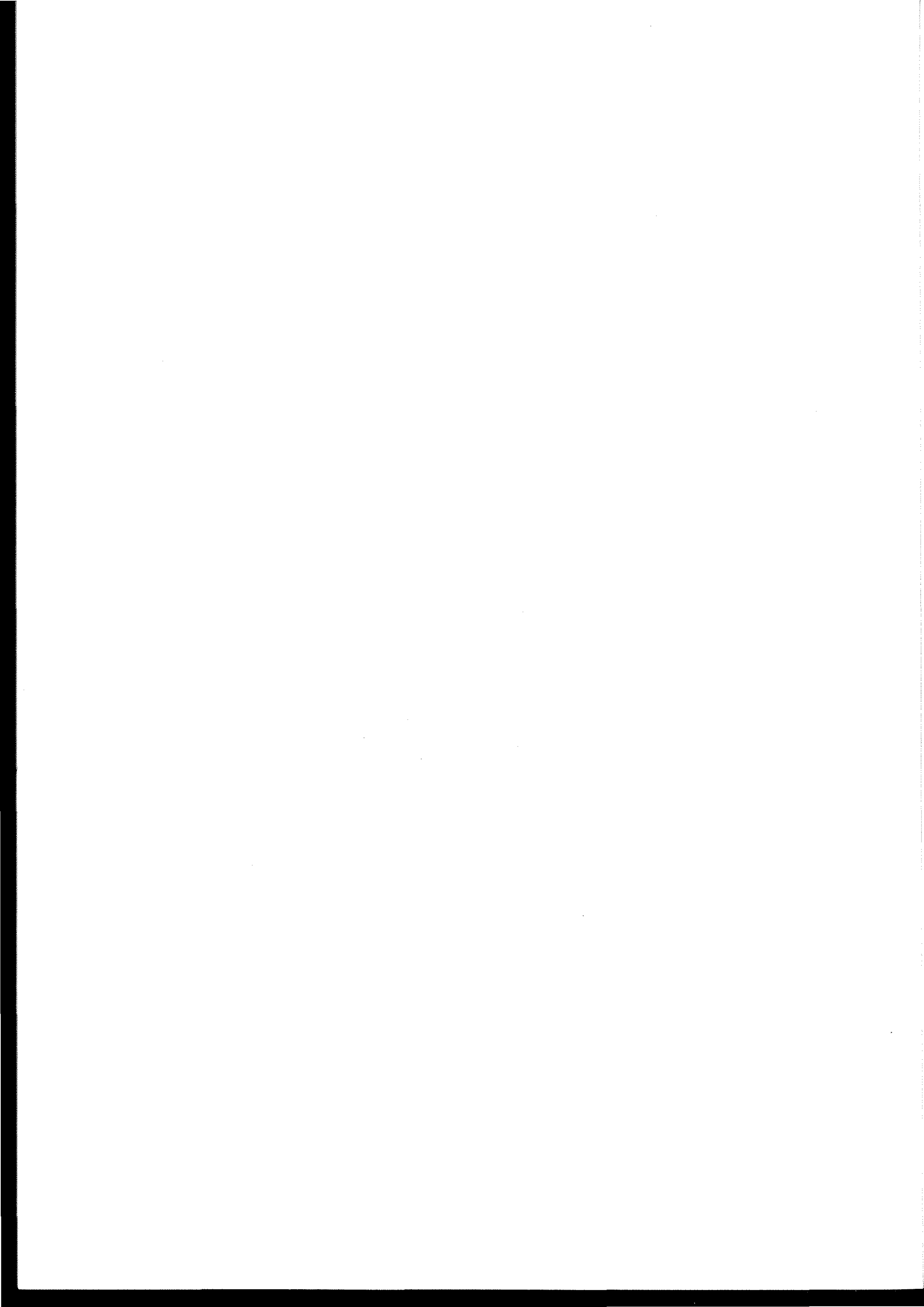
Luce, R. D. und Raiffa, H. — Games and Decisions, London New York 1964

Malinowski, B. — A scientific Theory of Culture, Chapel Hill 1944

Moles, A.A. — Über konstruktionelle und instrumentelle Komplexität. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft, Band 1, Heft 2, 1960

Eingegangen am 9. März 1969

Anschrift des Verfassers:
Dr. K.D. Hofmann, Institut für Soziologie der Ruhr-Universität Bochum,
463 Bochum-Querenburg, Buscheystraße



EIN REGELSYSTEM FÜR WAHRNEHMUNGSPROZESSE

von Herbert W. Franke, Kreuzpullach

1. Allgemeines Schema eines Verhaltensmusters ist ein operationales Programm, das aus koordinierten Folgen von Subroutinen aufgebaut ist.

   In vielen Verhaltensweisen sind Wahrnehmungsakte integriert, beispielsweise zur Steuerung von Orientierungs- und Bewegungsphasen (Taxien im engeren Sinn) und als Auslöser von Automatismen. Das Wahrnehmungssystem ist aber im Wachzustand auch dann beschäftigt, wenn keine dominierende Stimmung vorliegt. Da es dabei Bewegungen auslöst, deren Ziel die Übersicht über die Situation der Umgebung ist, könnte man von einem allgemeinen ungerichteten Orientierungs-, Sicherungs- oder auch Wahrnehmungsverhalten von vorherrschendem Appetenzcharakter sprechen. Es dauert so lange an, bis durch ein Reizmuster eine Reaktion ausgelöst wird. Die Wirksamkeit solcher auslösender Reize ist vom Stimmungsuntergrund abhängig; umgekehrt können sie auch Stimmungen aktivieren.

   Die Reaktion ist oft als Erbkoordination starr festgelegt und führt dann mehr oder weniger unbeeinflußbar zur Endhandlung. Es können aber auch Reaktionsphasen anschließen, die ein genaueres Erkennen des als Auslöser aufgetretenen Objekts samt seinen pragmatischen Aspekten zum Ziele hat. Ist ein aktiver Eingriff angezeigt, so schließen meist weitere Wahrnehmungsprozesse an, die als Teilprogramme des zur Bewältigung der gestellten Aufgabe benötigten Aktionsprogramms aufzufassen sind. Ist hingegen der Gegenstand als irrelevant erkannt, so setzt die Appetenzphase erneut ein.

2. Auch das Orientierungsverhalten des Menschen kann automatische Reaktionen veranlassen, beispielsweise das Umgehen eines Hindernisses; die Schlüsselreize können aber auch Emotionen auslösen. Diese sollen offenbar bedeutungsvolle, unter Umständen sogar lebenswichtige Situationen bewußt werden lassen und ein den Motivationsdruck verminderndes Handeln herausfordern. Die dazu nötigen Aktionen werden also der Kontrolle des Bewußtseins unterworfen; dadurch wird ein Verhalten ermöglicht, das dem instinkthaften gegenüber ein höheres Maß an Freiheit bietet.

   Wie aus der Introspektion hervorgeht, werden Emotionen bewußt. Es ist also zu vermuten, daß Emotionen auch die Kapazität des Reflexionsspeichers beanspruchen, was sich durch geeignete Tests nachweisen läßt. Angst und Schmerz bei-

spielsweise erschweren die reflektiven Denkoperationen. Kommt man umgekehrt in eine Situation, die die gesamte Bewußtseinskapazität erfordert, etwa eine plötzlich eintretende komplexe Verkehrssituation, so kann der Schmerz aus dem Bewußtsein verdrängt werden; ist die schwierige Aufgabe gelöst, so setzt er spürbar wieder ein. Ein weiteres Argument steuert die Informationsästhetik bei: Oft wird der Bedarf an Information statt durch strukturelle Elemente zum großen Teil durch emotionelle Momente gedeckt - das führt zu Ergebnissen, die als Kitsch zu bezeichnen sind (Franke, 1968). Da Emotionen somit die Speicherstellen des Reflexionsspeichers besetzen können, wäre zu prüfen, ob sie auf gleiche Weise verschlüsselt und in Bits meßbar sind wie andere Denkinhalte.

Ungewöhnlich starke Emotionen - solche, die einen großen Teil des Reflexionsspeichers überschwemmen - schalten dagegen das Denken aus und führen zum instinkthaften Verhalten zurück, das schnelleres Handeln ermöglicht. Emotionen haben daher nur Sinn, wenn eine Kontrollinstanz zur Verfügung steht, die effektiver arbeitet als ein Reflex oder eine Erbkoordination. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, abzuschätzen, wann im Laufe der Evolution Emotionen aufgetreten sein können.

3. Auch das Wahrnehmungsverhalten ist motivationell gesteuert und ordnet sich dem von Stachowiak (1965) beschriebenen Modell der Wechselwirkung von Perzeption, Motivation und operationalem Denken unter. Etwas vereinfacht läßt sich der Zusammenhang folgendermaßen beschreiben: Stimuluskoeffizienten

$$s_i = \{ s_1 \ldots s_r \}$$

als Parameter der Außenweltsituation laden ihnen zugeordnete Strukturfaktoren

$$m_k = \{ m_1 \ldots m_q \}$$

auf, die die zielsetzenden, ererbten und angelernten Komponenten des Triebsystems repräsentieren. Für diese zusammenwirkenden äußeren und inneren Parameter gilt ein insgesamt nicht bekannter Verknüpfungsmechanismus, aus dem sich ein Ladungsvektor ableitet:

$$\mathfrak{D} = \mathfrak{f}\,(s_i, m_k)$$

Von ihm hängt der aktionsbestimmende Motivdruck ab, der ihm aber normalerweise nicht proportional zu setzen ist, da der Mensch nicht beliebig viele motivationelle Komponenten zugleich berücksichtigen und Aktionen durchführen kann.

4. Antriebssysteme sind Regelkreise für zielorientiertes Verhalten. Sie zeigen einen Bedarf, also einen Differenzbetrag zwischen einem Ist- und einem Sollwert an. Dieser Bedarf muß nicht energetisch sein - das Antriebssystem des Wahrnehmungsverhaltens ist auf den Bedarf an informationellen Größen gerichtet.

   Ein Unterangebot wird durch die Emotion ´Langeweile´ signalisiert, ein Überangebot durch ´Verwirrung´. Das Auftreten von zwei als qualitativ verschieden empfundenen Größen ist gerechtfertigt, da zur Rückführung auf das optimale Maß in beiden möglichen Fällen verschiedenes Verhalten nötig ist. Informationsmangel wird durch Abwenden, durch Suche nach neuer Information, mitunter auch durch Rückgriff auf Gedächtnisstoff beantwortet. Auf ein Überangebot an Information reagiert man meist zuerst mit dem Versuch, durch Konzentration eine Informationsminderung zu erreichen; eine Abwendung erfolgt erst, wenn diese Bemühung erfolglos bleibt.

   Durch die Ergebnisse der Informationspsychologie, vor allem durch H. Frank (1959, 1962), sind die Grundlagen so weit gesichert, daß auch einige über das allgemeine Schema hinausgehende quantitative Angaben - besonders über Speicher- und Zuflußkapazitäten zentralnervöser Kanäle - möglich sind.

   In der Modellsituation sei eine Versuchsperson mit einem Reizmuster konfrontiert, das keine Motivationen anspricht, außer jene der Wahrnehmung; das ist beispielsweise im Fall eines Beschauers vor einem gegenstandslosen Bild angenähert der Fall. Dann reduzieren sich die Mengen der Stimuluskoeffizienten und Strukturfaktoren zu je einem Element s und m und der Ladungsvektor entartet zu einem Skalar

$$v = |\mathfrak{v}| = f(s, m)$$

   Da nur eine Motivation angesprochen ist, kann er unmittelbar als Maß für den Bedürfnisdruck dienen.

5. Zwischen Stimuluskoeffizienten und Strukturfaktoren besteht eine Verknüpfungsbeziehung, die beim Wahrnehmungsverhalten explizit ausgedrückt werden kann. Nach den Ergebnissen der Informationspsychologie ist das Auftreten der Motivationen, Langeweile und Verwirrung, nur durch einen Parameter bestimmt - durch den Zufluß an subjektiver Information $\dot{B}_{subj}$ des gebotenen Reizmusters.

   Die Bedingungen lauten:

$$\dot{B}_{subj} < 16 \text{ bit/s} : \text{Langeweile}$$
$$\dot{B}_{subj} > 16 \text{ bit/s} : \text{Verwirrung}$$

Der Motivationsvektor ist somit durch eine monotone Funktion von $16 - \dot{B}_{subj}$ auszudrücken. In geringer Entfernung vom Optimum darf man angenähert Linearität annehmen:

$$v = k\,(16 - \dot{B}_{subj}).$$

6. Im Regelkreis des Wahrnehmungsverhaltens ist 16 bit/s der Sollwert, $\dot{B}_{subj}$ der Istwert und $16 - \dot{B}_{subj}$ die Stellgröße. Aus der Existenz dieses Regelkreises folgt, daß im Gehirn ein Organ für die Messung von Informationswerten existiert. Da 16 bit/s die maximale Zuflußkapazität für subjektive Information ist, erscheint der Zweck des Systems klar: Es führt dazu, die informationelle Zuflußkapazität des Bewußtseins auszunutzen.

Das bedeutet beim in freier Natur lebenden Menschen, an dem sich dieses System durch die Evolution gebildet hat, daß er sich stets aller Möglichkeiten bedient, um relevante Situationen, beispielsweise Gefahr oder Jagdbeute, zu erkennen. Der Mensch der Zivilisation befindet sich nur noch gelegentlich in vergleichbarer Situation, etwa bei einer Skiabfahrt oder als Autofahrer. Das Bedürfnis, die Zuflußkapazität $\dot{B}_{subj}$ auszunutzen, erklärt die Tendenz zum Schnellfahren; man regelt das Tempo so, daß die einlaufenden Reizmuster 16 bit/s Zufluß an relevanter Information ergeben. Auch die Lesegeschwindigkeit richtet man auf dieses Maß ein. Hat man selbst keine Möglichkeit dazu, so entstehen oft unlustbetonte Zustände - beispielsweise im Unterricht oder bei Vorträgen, die zuviel oder auch zu wenig Information bieten. Ein ähnlicher Regelkreis wie der beschriebene dürfte zur Tendenz führen, die 16 bit/s Information, die ins Bewußtsein gelangen, auf die 0,7 bit/s zu reduzieren (Frank, 1959), die die Zuflußkapazität zum Kurzgedächtnis begrenzen. Das kann durch Superzeichenbildung oder Löschen geschehen.

Auch die gelingenden Wahrnehmungs- und Denkprozesse sind emotionell, und zwar positiv, betont, und zwar durch Interesse und verwandte Gefühlsregungen. Sie bestärken die Tendenz zur Aufgeschlossenheit gegenüber den Erscheinungen der Umgebung, zur forschenden und erkennenden Auseinandersetzung mit der Welt.

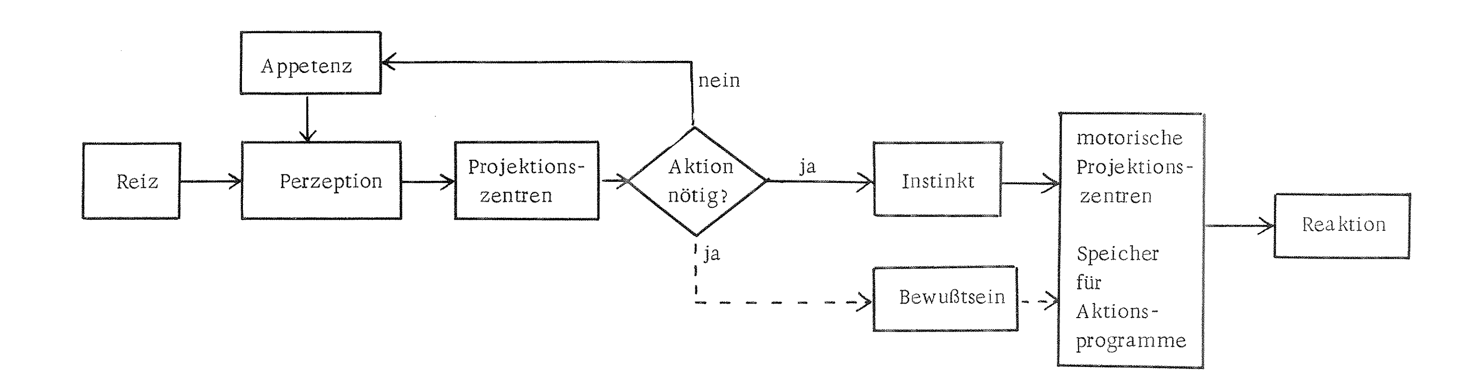


BILD 1 Reiz-Reaktions-Schema

der Weg kann über den Instinkt oder über das Bewußtsein führen.

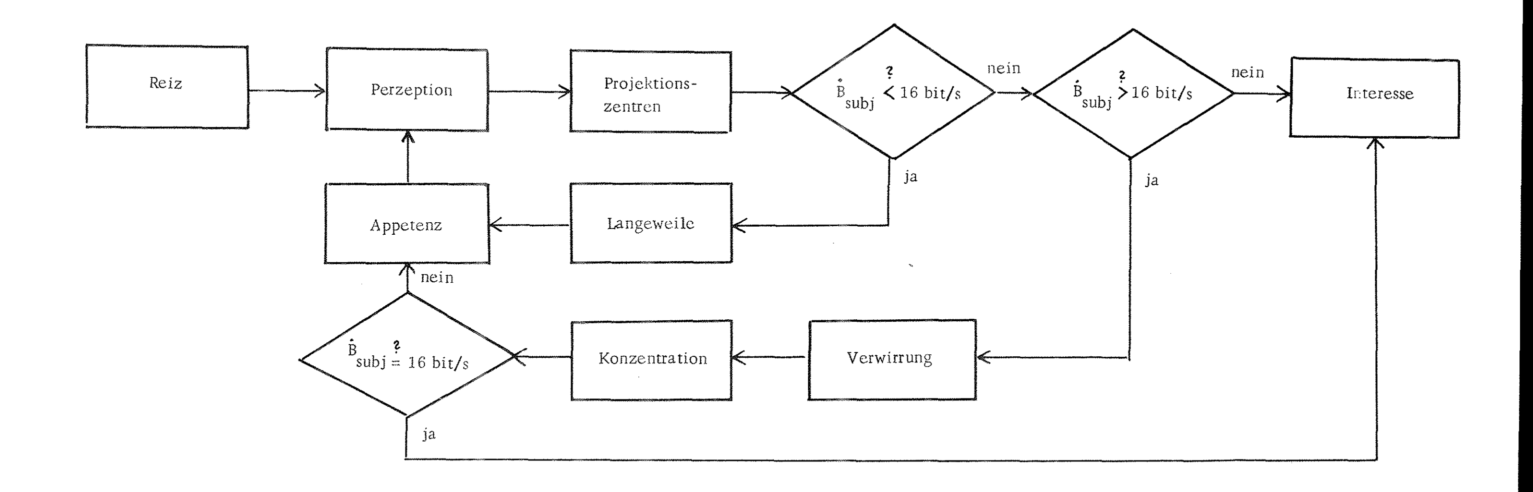


BILD 2 Flußdiagramm für die Auslösung der Emotionen des Wahrnehmungsverhaltens.

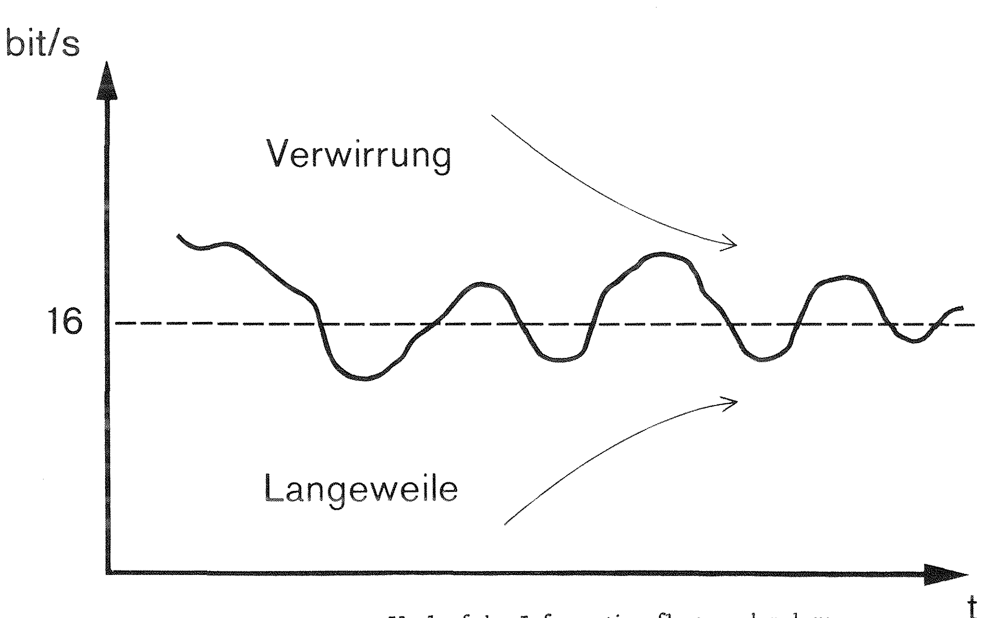


BILD 3 Angenommener Verlauf des Informationsflusses, der dem Bewußtsein zur Verarbeitung angeboten wird - geregelt durch die Emotionen Verwirrung und Langeweile.

Schrifttumsverzeichnis

Frank, H. Grundlagenprobleme der Informationsästhetik und erste Anwendung auf die mime pure; Dissertation, Technische Hochschule, Stuttgart 1959

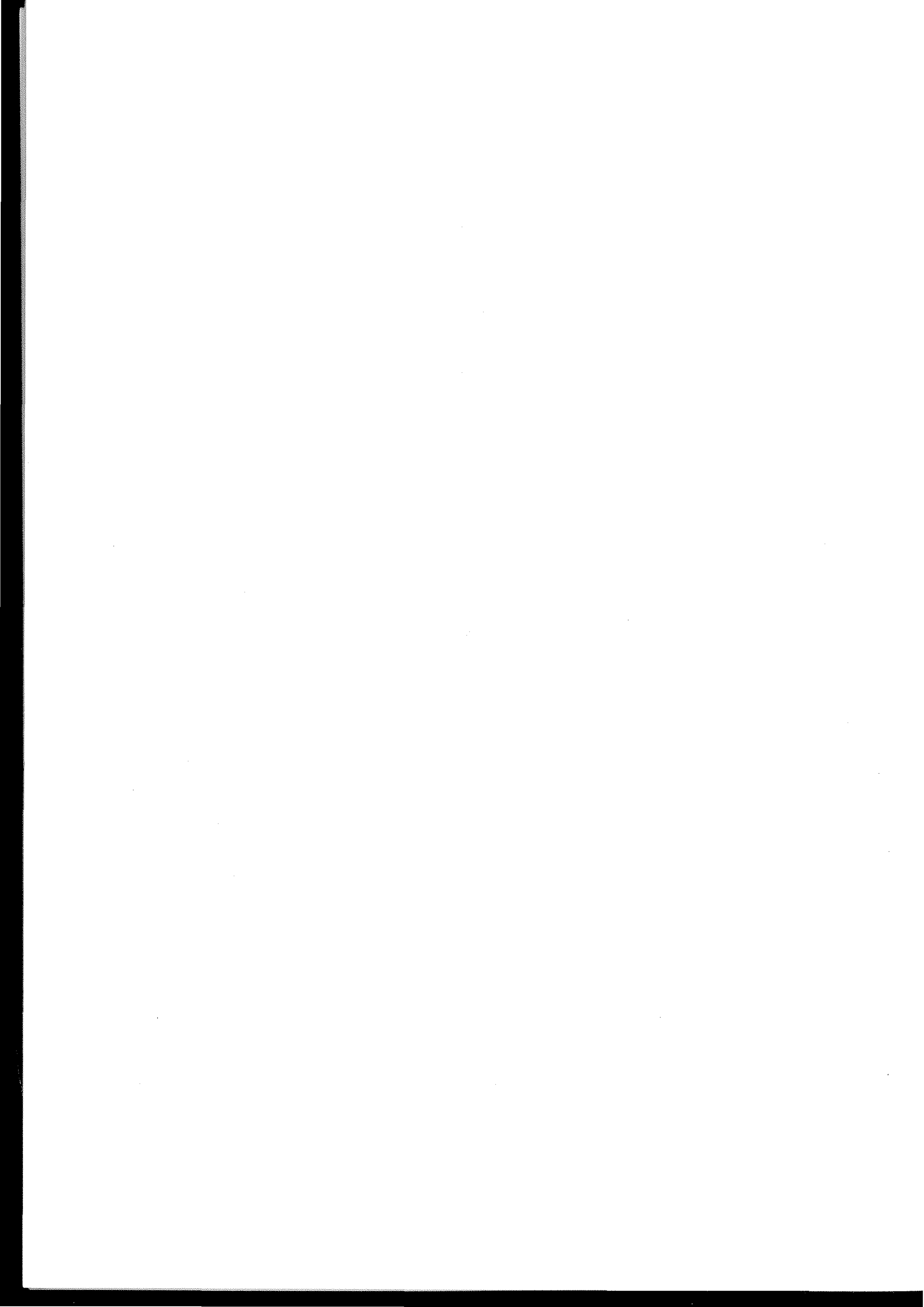
Frank, H. Kybernetische Grundlagen der Pädagogik; Agis-Verlag, Baden-Baden 1962

Franke, H.W. Grundriß einer kybernetischen Ästhetik; Information und Kommunikation, Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 1968, S. 137

Stachowiak, H. Denken und Erkennen im kybernetischen Modell; Springer-Verlag, Wien-New York 1965.

Eingegangen am 27. Januar 1969

Anschrift des Verfassers:
Dr. Herbert W. Franke, 8024 Kreuzpullach, Jagdhaus



EIN ALGORITHMISIERBARES VERFAHREN ZUR BEURTEILUNG FREI FORMULIERTER ADRESSATENANTWORTEN

von Volker Stahl, München

Dieses Verfahren ist Grundbestandteil einer Autorensprache zur didaktischen Programmierung von Datenverarbeitungsanlagen. Es wird seit Ende 1968 auf einer SIEMENS 4004/45 erprobt und liefert positive Ergebnisse.

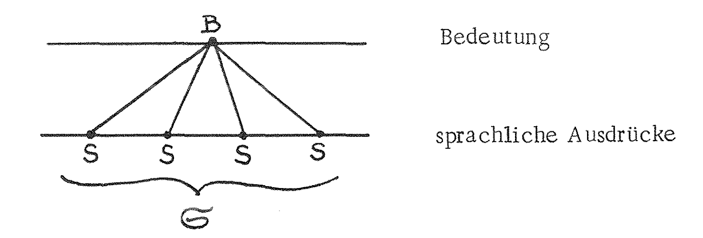
Ziel:
Es wird gefordert, daß ein automatisches Lehrsystem in Abhängigkeit von der Bedeutung frei formulierter Adressatenantworten arbeitet. D. h. es muß algorithmisch entscheidbar sein, ob eine frei formulierte Adressatenantwort eine bestimmte Bedeutung hat oder nicht. Diese Bedeutung ist im Didaktogramm+) vorgegeben. Als frei formuliert wird die Antwort auf eine Frage bezeichnet, wenn diese dem Antwortenden die Freiheit läßt, mit mehr als einer Formulierung die gleiche Bedeutung auszudrücken.

Problem:
Eine Bedeutung wird gewöhnlich in einer natürlichen Sprache formuliert. Gibt der Didaktogrammierer die intendierte Bedeutung in dieser Form vor, so hat das Lehrsystem zwei Ausdrücke der natürlichen Sprache auf Bedeutungsgleichheit zu prüfen. Dies ist jedoch algorithmisch nicht mit Sicherheit entscheidbar. Näherungslösungen mit befriedigender Sicherheit sind nicht wirtschaftlich genug. "Wirtschaftlich" bedeutet dabei: In Assemblersprache programmierbar derart, daß eine Entscheidung in weniger als einer Sekunde von der DVA SIEMENS 4004/45 getroffen werden kann. Zu einer Lösung, die diesem Wirtschaftlichkeitskriterium genügt, führt folgende

Überlegung:
Anstatt die intendierte Bedeutung im Didaktogramm in einer natürlichen Sprache zu formulieren, beschreibt man diese möglichen Formulierungen in einer kalkülisierten Metasprache. Für die Entscheidung, ob eine Adressatenantwort von dem metasprachlichen Ausdruck im Didaktorgramm erfaßt wird, kann ein Algorithmus konstruiert werden.

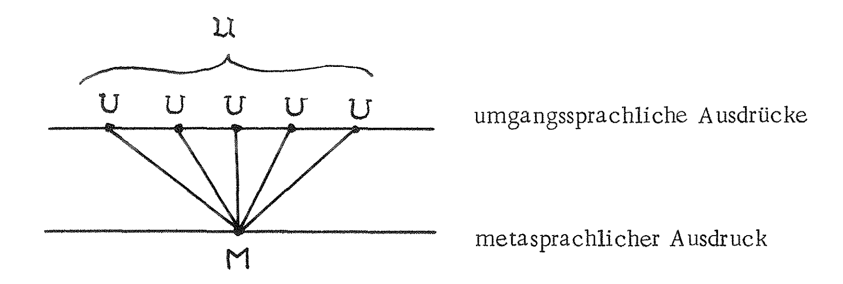
Im Einzelnen:
Eine Bedeutung B läßt sich in verschiedenen sprachlichen Ausdrücken S formulieren. Schematisch:

+) Zur Vermeidung von Verwechslungen zwischen "Lehrprogramm" und "Rechnerprogramm" wird hier "Lehrprogramm" durch "Didaktogramm" ersetzt.

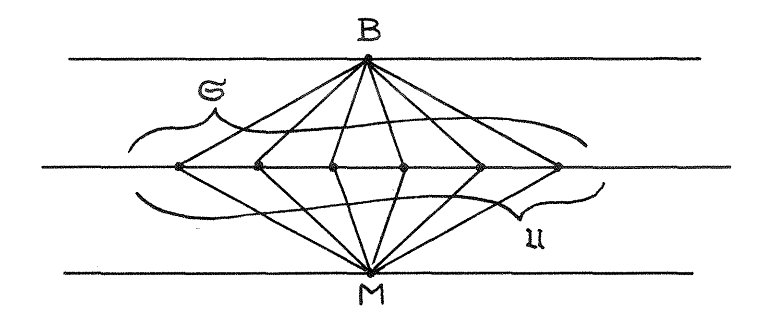


𝔖 ist die Klasse bedeutungsgleicher Ausdrücke.

Ein metasprachlicher Ausdruck M läßt sich so abfassen, daß durch ihn nicht nur ein umgangssprachlicher Ausdruck U bestimmt wird, sondern eine Klasse 𝔘 solcher Ausdrücke. Im Schema:



Die Intention geht nun dahin, daß 𝔘 = 𝔖 ist:



Die Zugehörigkeit einer Adressatenantwort zu 𝔘 ist algorithmisch entscheidbar. Zur Bestimmung von 𝔘 dient folgende

kalkülisierte Metasprache:

Syntax: Ein metasprachlicher Ausdruck M ist mittels der Operatoren

$\&$ $\quad |$ $\quad \neg$ $\quad >$ $\quad <$ +)

und beliebiger Klammerung über Elementaraussagen aufgebaut. Elementaraussagen sind:

(1) p/q

(2) $$\left\{\begin{matrix} p_1 v \ldots v\ p_n \\ p_1 \& \ldots \&\ p_n \end{matrix}\right\} R \left\{\begin{matrix} q_1 v \ldots v\ q_n \\ q_1 \& \ldots \&\ q_n \end{matrix}\right\}$$

(3) $(p_1 v \ldots v\ p_n)\ N\ (q_1 v \ldots v\ q_n)$

Abkürzungen:

$(p_1 v \ldots v\ p_n)\ R\ q \leftrightarrow (p_1 R\ q) v \ldots v (p_n R\ q)$

$(p_1 \& \ldots \&\ p_n)\ R\ q \leftrightarrow (p_1 R\ q) \& \ldots \& (p_n R\ q)$

$(p_1 v \ldots v\ p_n)\ N\ q \leftrightarrow (p_1 N\ q) v \ldots v (p_n N\ q)$

Semantik: p, q stehen für objektsprachliche Zeichenreihen. Es sind autonyme Ausdrücke.

Der metasprachliche Ausdruck M ist also ein aussagenlogischer Ausdruck. Er ist bei gegebenem U genau dann wahr, wenn $U \in \mathfrak{U}$, d.h. wenn U durch M beschrieben wird. Der Wahrheitswert der Elementaraussagen bestimmt sich dabei wie folgt:

$W(p) = 1 \quad \leftrightarrow$ p kommt in U vor.

$$W\left(\left\{\begin{matrix} p_1 v \ldots v\ p_n \\ p_1 \& \ldots \&\ p_n \end{matrix}\right\} R \left\{\begin{matrix} q_1 v \ldots v\ q_m \\ q_1 \& \ldots \&\ q_m \end{matrix}\right\}\right) = 1 \leftrightarrow$$ p, q kommen in U vor; und zwar steht irgendein/jedes p vor irgendeinem/jedem q.

+) Die Symbole für die aussagenlogischen Operationen sind dem Zeichenrepertoire von DV- Ein/Ausgabegeräten entnommen. Abweichend von der üblichen Schreibweise stehen

$|$ für Disjunktion, $>$ für Implikation und $<$ für inverse Implikation.

$$W((p_1 v \ldots v\, p_n)N(q_1 v \ldots v\, q_m)) = 1 \longleftrightarrow$$ p, q kommen in U vor; und zwar steht zwischen keinem Paar (p, q) eine dritte Zeichenreihe, die in M genannt ist. (p und q stehen in unmittelbarer Nachbarschaft.)

Kommt eine Zeichenreihe p mehrmals in U vor, so soll der Wahrheitswert der entsprechenden Elementaraussage dann "wahr" sein, wenn für mindestens ein individuelles p der Wahrheitswert "wahr" bestimmt wird.

Zu entscheiden ist, ob eine Adressatenantwort in $\mathfrak{U}$ liegt. Diese Entscheidung erfolgt in vier Schritten:

(I) Jeder autonyme Ausdruck, der in M enthalten ist, wird in der Adressatenantwort gesucht,
Wird er nicht gefunden, so wird in M eine Null an seine Stelle gesetzt.
Wird er einmal gefunden, so wird in M an seine Stelle die Kernspeicheradresse gesetzt, mit der er beginnt. Wird er mehrmals gefunden, so wird in M an seine Stelle die disjunktive Verknüpfung aller Adressen gesetzt, an denen er gefunden wurde.

(II) Die Abkürzungen werden aufgelöst.

(III) Die Elementaraussagen vom Typ (2) und (3) werden in M durch ihre Wahrheitswerte ersetzt.

(IV) Der Wahrheitswert des Gesamtausdrucks wird berechnet, wobei alle Zahlen ungleich Null als "wahr" behandelt werden.

Zur Notation der Zeichenfolgen:

Die Zeichenfolgen p, q, auf deren Vorhandensein die Adressatenantwort überprüft wird, sind Wörter, Wortfolgen oder Wortteile. Auf Wortteile beschränkt man sich dann, wenn innerhalb von $\mathfrak{S}$ verschiedene Formulierungen verschiedene Wortformen zulassen; etwa aktivische, passivische, substantivische, adverbielle Formulierung. Die grammatikalischen Bestandteile einer Zeichenfolge (z.B. Prä- und Suffixe) tragen nur einen geringen Teil der Bedeutung der Zeichenfolge und sind für das beschriebene Verfahren zu vernachlässigen. Der eigentliche Bedeutungsträger einer Zeichenfolge ist der invariante (lexikalische) Bestandteil.

Dieser invariante Teil ist meistens ein Wortstamm. Doch ergibt sich oft die Schwierigkeit, verschiedene Stämme eines stark flektierten Wortes als zur gleichen lexikalischen Einheit auszuweisen. "singen" - "gesungen" besitzen keine signifikante gleiche Zeichenfolge.

Um nicht alle Stämme stark flektierter Wörter disjunktiv verknüpfen zu müssen, wird folgender Weg beschritten:
In Anlehnung an die defektive Schreibweise in den meisten semitisch-hamitischen Sprachen, wo unvokalisierte Texte durchaus nicht informationszerstümmelnd sind, ist eine unvokalisierte Notation der Zeichenfolge zugelassen. In M ist jede Zeichenfolge hinsichtlich der Schreibart vokalisiert/unvokalisiert gekennzeichnet.

Das Radikal "sprch" läßt kaum eine andere sinnvolle Lesung zu, als "sprach", "sprich", "sproch", "spruch", "spräch", "sprüch".

Die Beschreibung von $\mathfrak{U}$ und die Entscheidung der Zugehörigkeit einer Adressatenantwort zu $\mathfrak{U}$ sei erläutert an folgendem

Beispiel:
In einem Didaktogramm werde an den Adressaten die Frage gerichtet: "Was erreicht man mit den eben besprochenen Schaltungsarten von Stromquellen?"
Der Didaktogrammierer erwartet Antworten der Art:
"Durch Hintereinanderschalten von Stromquellen summieren sich die Spannungen, durch Nebeneinanderschalten die Stromstärken."
"Serienschaltung bewirkt Addition der Einzelspannungen, Parallelschaltung Addition der Stromstärken."
"Legt man n Zellen in Serie, so erhält man die n-fache Spannung; in Parallelschaltung liefern sie einen n-mal so starken Strom." usw.

Zu der hier angedeuteten Klasse $\mathfrak{S}$ bildet er folgenden metasprachlichen Ausdruck M:
(("hinter"v"serie") N "spannung") & (("neben"v"parallel") N ´stark´) & ("summ" v"addi"v"fach"v"mal"v"doppel")

Dabei bedeuten Anführungszeichen ("): Vokalisiert
Apostroph (´): Unvokalisiert.

Die tatsächliche Antwort des Adressaten sei:
"Wenn man drei Zellen hintereinander hängt, wird die Stärke des Stroms, der dann fließt, dreimal so groß, Wenn man sie nebeneinander legt, wird die Spannung verdreifacht."

Die Zugehörigkeit dieser Antwort zu $\mathfrak{U}$ wird folgendermaßen entschieden:

(I) Die autonymen Ausdrücke in M werden ersetzt durch die Adressen, bei denen sie in U beginnen.
(Für das Beispiel sei der Einfachheit halber für das n-te Zeichen die Adresse n gesetzt.) Man erhält so:
((22v0)N147)&((118v0)N52)&(0v0v163v92v0)

(II) Die Abkürzungen werden aufgelöst:
((22N147)v(0N147))&((118N52)v(0N52))&(0v0v163v92v0)

(III) Die Wahrheitswerte der R- und N-Operationen werden bestimmt und an Stelle der entsprechenden Elementaraussagen gesetzt:

(0 v 0) & (0 v 1) & (0 v 0 v 163 v 92 v 0)

(IV) Der Wahrheitswert des Gesamtausdrucks wird bestimmt:

0 & 1 & 1 = 0

"0" bedeutet: Die Adressatenantwort gehört nicht zu $\mathfrak{U}$. D. h. die Antwort hat nicht die intendierte Bedeutung.

Verläßlichkeit des Verfahrens:
In der Praxis decken sich $\mathfrak{S}$ und $\mathfrak{U}$ nur selten. Damit entsteht die Möglichkeit zu "Fehlinterpretationen". Hier wird jedoch die menschliche Intelligenz in das System mit einbezogen, und zwar in zweifacher Hinsicht:

1. Die Erfahrung mit dem System zeigt, daß die Adressaten ihre Formulierung mit hoher Wahrscheinlichkeit der Schnittmenge $\mathfrak{S} \cap \mathfrak{U}$ entnehmen, d. h. daß die übrigen Ausdrücke nicht im Erwartungshorizont der Adressaten liegen oder im gegebenen Zusammenhang "unsinnig" sind.

2. Der Didaktogrammierer formuliert die Fragen und beschreibt $\mathfrak{U}$ so, daß die Wahrscheinlichkeit dafür sehr hoch ist, daß der Adressat seine Antwort aus $\mathfrak{S} \cap \mathfrak{U}$ entnimmt.

Eingegangen am 29. April 1969

Anschrift des Verfassers:
Volker Stahl, 8 München 71, Graubündener Str. 107

ERHEBUNG ÜBER DIE VERBREITUNG DER PROGRAMMIERTEN INSTRUKTION IN DEN WESTDEUTSCHEN ALLGEMEINBILDENDEN SCHULEN

von Hildebrand von Einsiedel, Berlin

A. Entwurf des Fragebogens, Ablauf der Aktion und Anordnung der Kartei

Um festzustellen, in welchem Umfang die Programmierte Instruktion in den Schulen angewendet wird, wurde ein Fragebogen entwickelt, der in Form einer Antwortkarte (Bild 1) an die allgemeinbildenden Schulen der Bundesrepublik (etwa 30000) verschickt wurde. Nach drei Wochen Rücklaufzeit wurde die Auswertung vorgenommen. Die Schulen wurden nach Postleiträumen geordnet und diejenigen gekennzeichnet, die sich mit Programmierter Instruktion beschäftigen. Außerdem wurden die Schulen kenntlich gemacht, die einen Neu- oder Umbau planen. Die Gymnasien und Realschulen wurden in eine Gruppe zusammengefaßt. Die andere Gruppe bildeten die Grund-, Haupt- oder Volksschulen. Von den angeschriebenen ca. 27000 Volksschulen meldeten sich rund 600 (2 %), bei den Gymnasien antworteten etwa 10 % (300 von 3000). Insgesamt haben von den ca. 30000 Schulen also rund 900, d.h. etwa 3 % geantwortet.

B. Analyse der Daten

1. Anteil der Fachrichtung an der Programmierten Instruktion

Aus den Rückantworten wird ersichtlich, mit welchen Programmthemen (Schulfächern) man sich an den Schulen beschäftigt. Nach der Anzahl der Programme pro Thema wurde nicht gefragt. Man kann aber davon ausgehen, daß im Mittel gleich viel Programme in den Schulen eingesetzt werden. Wenn also beispielsweise 1964 sich 10 Schulen mit Mathematikprogrammen beschäftigen, 1965 dies aber schon 100 Schulen tun, würde man von einer Verzehnfachung der Beschäftigung mit Programmierter Instruktion reden können.

Die Anzahl der Beschäftigungen mit den verschiedenen Themen des Schulunterrichts wurden ausgezählt und für Gymnasien und Volksschulen getrennt graphisch dargestellt (Bild 2 und 3).

Sieht man sich die Verteilung der Fächer bei den Gymnasien an, so wird deutlich, daß der Beschäftigungsanteil der Mathematik ungefähr der Summe der Beschäftigungen mit allen anderen Gebieten entspricht. Weiterhin fällt der Anteil der Sprachen auf, wobei wohl meistens Sprachlaborprogramme gemeint sind.

ANTWORTKARTE

1. Schulstempel

Schultyp:.......................................

Zweig:...

2. Zahl der Lehrer:..... Schülerzahl:.... Klassenzahl:....

3. Baujahr der Schule:....... Neubau oder Umbau geplant?
ja 0 nein 0 wann ....

4. Wird an Ihrer Schule programmiert unterrichtet? ja 0 nein 0

In welchem Fach? Seit wann?
a) ..../......
b) ..../......
c) ..../......

5. Programmierter Unterricht ist an dieser Schule vorgesehen

regelmäßig im Unterrichtsplan 0
bei Lehrerausfall 0
zur Nachhilfe 0
bisher als einmaliges Experiment 0
sonstiges: ....

6. Die Darbietung des programmierten Lehrstoffs erfolgt vorwiegend in Form

gedruckter Texte 0
mit einer Sprachlehranlage 0
mit Lehrmaschinen 0

7. Haben sich an Ihrer Schule schon Kollegen mit der Erstellung von Lehrprogrammen befaßt?
ja 0 nein 0

POSTKARTE

8. Könnten Sie sich vorstellen, daß bei Ihnen elektronische Datenverarbeitung eingesetzt wird?
a) für rechnerunterstützten Unterricht (RUL) 0
b) als Lehrgegenstand 0
c) als Hilfsmittel in der Schulverwaltung 0

9. Wer in Ihrem Lehrkörper könnte für das Fachgebiet "Programmierte Instruktion" zuständig sein. Bitte benennen Sie Empfänger für ausführlichere Information!

....

....

....

....

An das

Sekretariat der Kybernetischen Vereinigung
c/o Institut für Kybernetik

1 BERLIN 46

Malteserstr. 74-100

Bild 1

ANTEIL DER FÄCHER

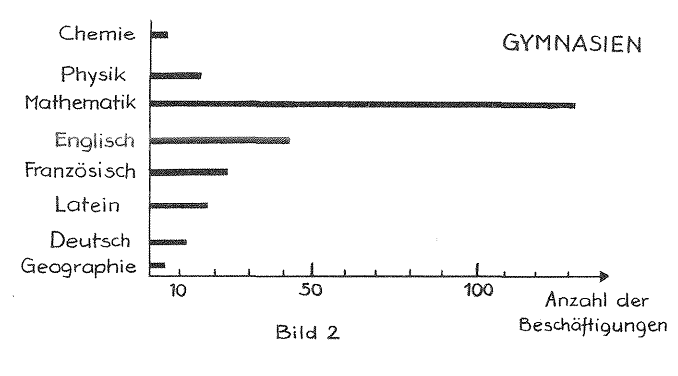


Bild 2

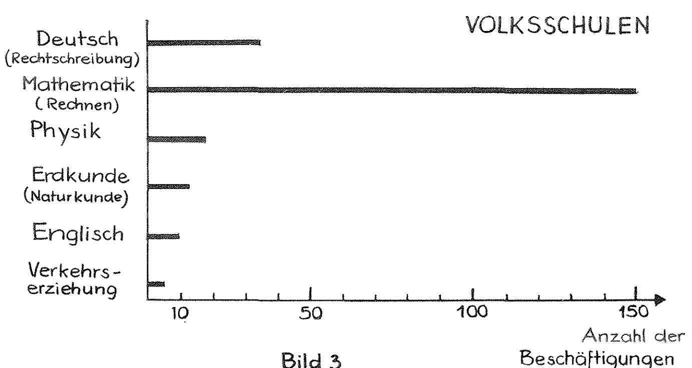


Bild 3

2. Räumliche Verteilung der Programmierten Instruktion über die Bundesrepublik

Von den ca. 600 Volksschulen, die antworteten, gaben 169 (also ca. 25 %) an, sich mit Programmierter Instruktion zu beschäftigen. Außerdem ließen 157 Gymnasien (ca. 50 % der 300 Antworten) erkennen, daß bei ihnen programmiert unterrichtet wird. Die räumliche Verteilung dieser Beschäftigungen wird in Bild 4 auf einer Postleitkarte graphisch dargestellt (Gymnasien und Volksschulen zusammen).

Bei Betrachtung von Bild 4 zeigt sich, daß sich in einigen Sektoren besonders viele Schulen mit Programmierter Instruktion beschäftigen. Das kann an der großen Bevölkerungsdichte liegen. Wir werden im folgenden einen Index angeben, der es gestattet, Gebiete mit unterschiedlicher Bevölkerungsdichte miteinander zu vergleichen.

Aus den Schülerzahlen der Geburtsjahre 57 bis 62 (laut Merkur Adressenverlag) ergibt sich die relative Bevölkerungsdichte der Schulkinder in den Postleitzonen. Daraus kann man auf die relative Anzahl der Schulen in diesen Zonen schließen. Teilt man die Zahl der positiven Antworten (gleich Beschäftigung mit Programmierter Instruktion) für eine bestimmte Postleitzone durch die Anzahl der Schulkinder in diesem Gebiet, so erhält man einen relativen Index. Dieser Index gibt den Grad der Beschäftigung mit Programmierter Instruktion unter Berücksichtigung der Bevölkerungsdichte an. Daraus ergibt sich die Tabelle 1.

Postleitzone	Index Gymnasien	Index Volksschulen
2	2,09	0,64
3	0,90	1,53
4	0,43	0,50
5	0,57	0,94
6	1,28	0,83
7	0,50	1,46
8	1,71	0,91

Tabelle 1

Man kann also z.B. aus Tabelle 1 ablesen, daß die Beschäftigung mit Programmierter Instruktion pro Bevölkerungsdichte in der Postleitzone 2 etwa doppelt so groß ist wie in Zone 3 (bei den Gymnasien). Es ist ersichtlich, daß die Beschäftigung mit Programmierter Instruktion etwa gleichmäßig über die Bundesrepublik verteilt ist. Der Index der geringsten Beschäftigung verhält sich zu dem der höchsten wie 1 : 4.
Bei Umrechnung der Indizes auf die Bundesländer ergibt sich Tabelle 2.

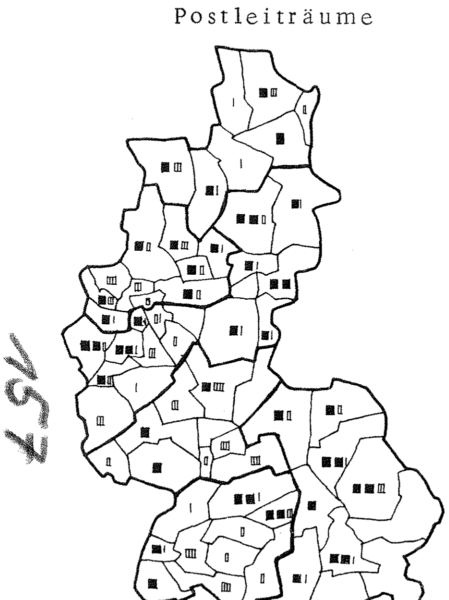
	Gymnasien	Volksschulen
Schleswig-Holstein (mit Hamburg)	2,00	0,33
Niedersachsen (mit Bremen)	1,55	1,63
Hessen	0,86	0,94
Nordrhein-Westfalen	0,47	0,61
Rheinland-Pfalz (mit Saarland)	0,90	0,71
Baden-Württemberg	0,61	1,43
Bayern	1,72	0,92

Tabelle 2



RÄUMLICHE VERTEILUNG

Postleiträume



| = 1 Schule pro Postleitraum

■ = 5 Schulen pro Postleitraum

BILD 4

Bundesländer

1 Schleswig-Holstein
2 Niedersachsen
3 Nordrhein-Westfalen
4 Hessen
5 Rheinland-Pfalz
6 Baden-Württemberg
7 Bayern

= INDEX VOLKSSCHULEN
= INDEX GYMNASIEN

BILD 5

Wieder zeigt sich die gleichmäßig starke Beschäftigung mit der Programmierten Instruktion an der geringen Streuung. Den stärksten Einsatz im Vergleich zur Bevölkerungsdichte hat man bei den Gymnasien in Schleswig-Holstein und Bayern, bei den Volksschulen in Niedersachsen und Baden-Württemberg. In Bild 5 wird die Tabelle 2 graphisch verdeutlicht.

3. Zeitliche Entwicklung der Programmierten Instruktion

Durch Auswertung der Frage 4 (In welchem Fach und seit wann wird bei Ihnen programmiert unterrichtet?) erkennt man den zeitlichen Anstieg der Beschäftigung mit Programmierter Instruktion. Dazu wurden für jedes Jahr ab 1962 die Zahl der Neubeschäftigungen mit Lehrprogrammen in den verschiedenen angegebenen Fächern festgestellt. Hierbei zählte jedes angegebene Fach jeder Schule jeweils einmal. Die Gesamtzahlen der Neubeschäftigungen wurden über der jeweiligen Jahreszahl aufgetragen (Bild 6).

Es zeigt sich, daß das zeitliche Anwachsen der Beschäftigung mit Programmierter Instruktion einer Exponential-Funktion genügt und zwar sowohl für die Gymnasien

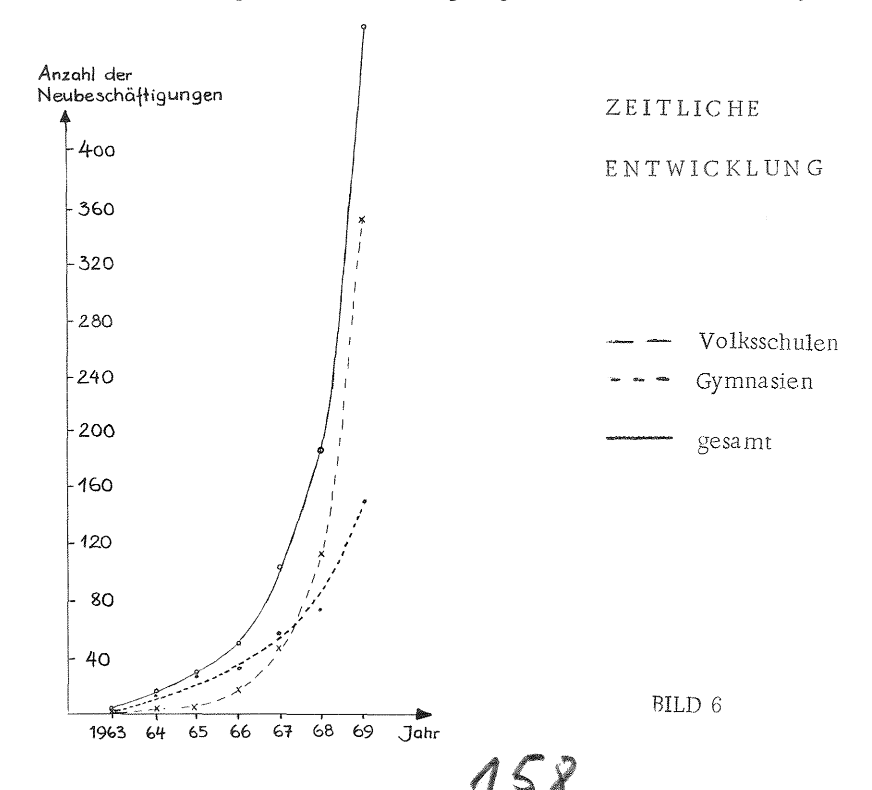


BILD 6

158

als auch für die Volksschulen. Die Gesamtzahl Z der Neubeschäftigungen pro Jahr steigt von rund 20 im Jahre 1964 auf rund 500 im Jahre 1969. Wir erwähnen, daß die Zahl für 1969 aus den beiden ersten Monaten abgeschätzt ist (mit Faktor 6). Um die Behauptung, es handele sich um eine Exponential-Funktion, zu stützen, wird der Logarithmus naturalis der Zahl Z über dem jeweiligen Jahrgang aufgetragen (Bild 7). Wenn die obige Behauptung richtig ist, muß ln Z als Funktion der Jahreszahlen eine Gerade ergeben.

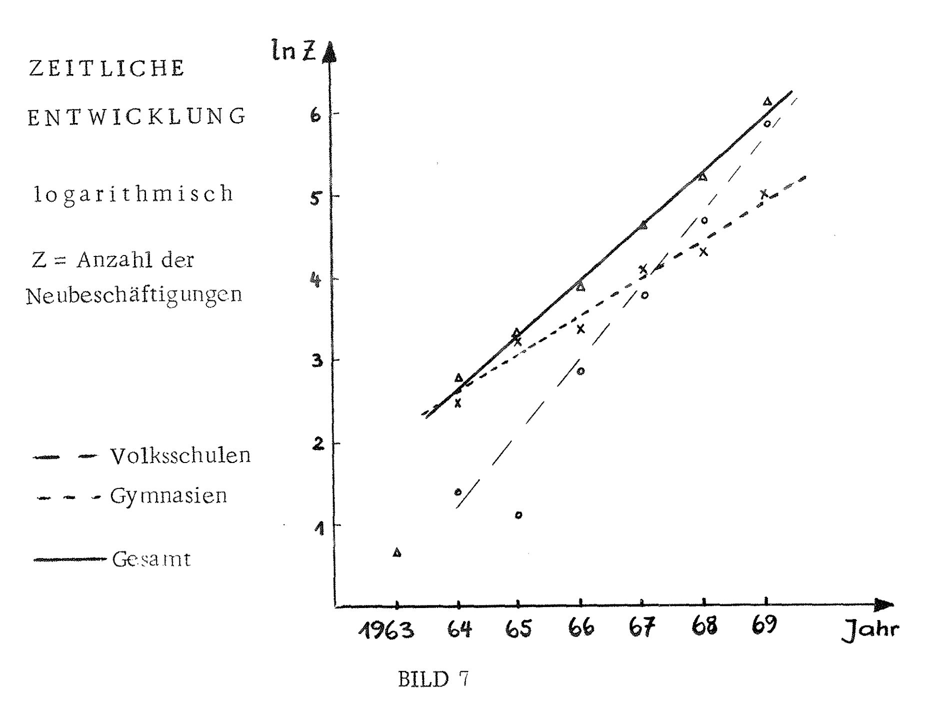


BILD 7

Wie man sieht, ergibt sich sowohl für die Gymnasien als auch für die Volksschulen sowie für alle Schulen zusammen jeweils ungefähr eine Gerade. Die Werte für 1969, die aus den beiden ersten Monaten abgeschätzt sind, setzen die Gerade recht gut fort.

Aus dieser Logarithmus-Geraden kann man nun durch Extrapolation eine Abschätzung für die nächsten 5 Jahre gewinnen. Man geht dabei davon aus, daß sich die Entwicklung in der bisherigen Weise fortsetzt, also weiter nach einer Exponential-Funktion verläuft. Aus der Steigung der Geraden erhält man für 1974 ln Z = 9, 65, das bedeutet Z = 15600. Es wird also bei gleicher Entwicklungstendenz 1974 etwa 30 mal so viele Neubeschäftigungen mit Programmierter Instruktion geben wie 1969 (Z = 500).

Man kann aus der Anzahl der Neubeschäftigungen das Anwachsen des Umfanges der Programmierten Instruktion in der Bundesrepublik ablesen, wenn man annimmt, daß pro Beschäftigung eine mittlere Zahl von Programmen eingeführt wird. Es wird dann davon ausgegangen, daß die Gesamtsumme der Neubeschäftigungen mit Lehrprogrammen dem Umfang der Programmierten Instruktion insgesamt proportional ist. Diese Summe kann man für jedes Jahr durch Addieren aus Bild 6 entnehmen. Man erhält dabei eine konstante jährliche Verdoppelung. Wenn sich die bisherige Entwicklung fortsetzt, können wir davon ausgehen, daß der Umfang von Programmierter Instruktion sich jährlich verdoppelt.

4. Abschätzung des Prozentsatzes der Schulen, die sich mit Programmierter Instruktion beschäftigen

50 % der antwortenden Gymnasien gaben an, daß an ihrer Schule programmiert unterrichtet wird. Für die Volksschulen ergab sich ein Prozentsatz von 25 %. Es wäre nun falsch zu behaupten, daß etwa 50 % aller Gymnasien sich mit Programmierter Instruktion beschäftigen. Die Vermutung liegt nahe, daß die Bereitschaft zur Antwort bei denen größer ist, die sich sowieso mit Programmierter Instruktion beschäftigen. Es wird im folgenden abgeschätzt, um welchen Faktor die Antwortbereitschaft wächst.

In der Veröffentlichung "Sprachlabors in der Bundesrepublik" werden insgesamt 57 Gymnasien der Bundesrepublik namentlich angegeben, die ein Sprachlabor besitzen. Durch die Antwortkarte gaben 56 Gymnasien an, mit Sprachlehranlagen zu unterrichten. Ein Vergleich der Schulnamen ergab, daß 11 Schulen sowohl antworteten, als auch in der Liste der Veröffentlichung aufgeführt waren. Wenn man berücksichtigt, daß 10 % aller Gymnasien antworteten, ergibt sich folgende Abschätzung: Alle 57 Gymnasien der Veröffentlichung sind angesprochen worden. Da i.a. 10 % der Gymnasien antworteten, hätte man erwarten können, daß sich etwa 6 von 57 meldeten, es waren aber 11. So kann man sagen, daß die Eigenschaft, ein Sprachlabor zu besitzen, die Antwortbereitschaft auf das Doppelte erhöht hat. Dieser Faktor 2 soll nun auch generell für die Programmierte Instruktion gelten. Man muß also den prozentualen Anteil der antwortenden Schulen durch 2 teilen, um den prozentualen Anteil aller Schulen abzuschätzen. Das bedeutet aber, daß an etwa 25 % aller Gymnasien und etwa 12 % aller Volksschulen schon programmiert unterrichtet wird. Um Irrtümer zu vermeiden, erwähnen wir noch einmal, daß die Prozentzahlen nicht den Anteil der Programmierten Instruktion am Unterricht angeben, sondern nur erläutern, wieviele Schulen sich überhaupt mit Programmierter Instruktion beschäftigen.

Es wurde vorausgesagt, daß bei gleicher Entwicklung wie bisher, der Umfang des Einsatzes von Programmierter Instruktion sich jährlich verdoppelt. Wenn man berücksichtigt, daß - wie oben nachgewiesen - die Beschäftigung mit Programmierter Instruktion in der Bundesrepublik räumlich etwa gleich verteilt ist, läßt sich absehen, wann an allen Schulen die Programmierte Instruktion eingeführt sein wird. Für die Gymnasien hatten wir abgeschätzt, daß sich gegenwärtig ca. 25 % aller Schulen mit Programmierter Instruktion befassen. Bei zweimaliger Verdoppelung müßte man sich also in zwei Jahren an fast allen Gymnasien mit Programmierter Instruktion beschäftigen. Die gleiche Rechnung ergibt für die Volksschulen eine Dauer von 3 Jahren.

5. Qualitative Ergebnisse

Wir fassen die Daten der weiteren Antworten in einer qualitativen Analyse zusammen. Die bisherige Analyse zeigt das Anwachsen der Programmierten Instruktion. Dem geht die positive Beurteilung des Programmierten Unterrichts parallel, die aus Anmerkungen auf den Antwortkarten sichtbar wird. Von anderen wird eine ausführlichere Information gewünscht. Zum Teil wird auch davon berichtet, daß die Einführung der Programmierten Instruktion am Nichtvorhandensein der nötigen Mittel scheitert.

Es zeigt sich, daß in fast überhaupt keinen Schulen Lehrautomaten stehen. So bleiben als Realisation der Programmierten Instruktion nur die gedruckten Texte und Sprachlehranlagen. Durch Auszählung zeigte sich, daß man an den Schulen rund drei mal so häufig mit Buchprogrammen wie mit Sprachlabors unterrichtet.

Nur vereinzelt haben sich Lehrer selbst mit der Erstellung von Lehrprogrammen befaßt. Ein Hauptgrund dafür liegt sicherlich in dem hohen Zeitaufwand zur Erstellung eines Lehrprogramms. Durch Freistellung von Lehrkräften für die Ausbildung und für die Erstellung von Lehrprogrammen könnte diesem Mangel abgeholfen werden. Dabei wären besonders die Formal-Didaktiken zu berücksichtigen (ALZUDI, COGENDI), die den Zeitaufwand zur Erstellung eines Programms erheblich verkürzen. Auf diese Weise würden die praxisorientierten pädagogischen Erfahrungen der Lehrer stärker in die Programmierte Instruktion einfließen.

Im großen und ganzen wird der Einsatz von elektronischer Datenverarbeitung (EDV) in den Schulen befürwortet. Ablehnung kommt vor allem aus den kleineren Schulen, wo bei den geringen Schülerzahlen ein Einsatz von EDV unrentabel wäre. Es wird allerdings vermutet, daß eine Einführung der EDV an der Kostenfrage scheitern könnte. Der rechnerunterstützte Unterricht scheint bei den Schulen noch weitgehend unbekannt zu sein, so daß eine ausführliche Information nötig ist.

161

C. Organisatorische Vorschläge

Didaktisches Zentrum für Lehrprogrammierung

Aus der Erhebung ist abzulesen, daß sich die Beschäftigung mit Programmierter Instruktion in den nächsten 5 Jahren bei gleicher Entwicklung ungefähr verdreißigfachen wird. (Eine genauere Abschätzung des wachsenden Lehrprogrammbedarfs siehe bei H. Frank "Kybernetische Grundlagen der Pädagogik", S. 297). Die Programme können nur von einer ausreichenden Zahl gut ausgebildeter Lehrprogrammierer erzeugt werden. Daneben stellen sich die Probleme der Qualitätsverbesserung und der Bezugnahme der Programme aufeinander.

Um die verschiedenen Bemühungen, die oben genannten Probleme zu lösen, miteinander zu koordinieren und an einer zentralen Stelle zusammenzufassen, schlagen wir die Bildung eines didaktischen Zentrums für Lehrprogrammierung vor. Dieses Zentrum soll der Ausbildung, Weiterentwicklung und Koordinierung dienen. Folgende Aufgaben sollten dort in Angriff genommen werden:

1. Erstellung von Programmen durch Einzelpersonen und Programmierungsteams. Diese Programme sollten von Hand oder unter Benutzung der Formaldidaktiken COGENDI und ALZUDI erstellt werden. Für die Programme sollten Vor- und Nachtests zur Erfolgskontrolle entwickelt werden.

2. Für die Lehrprogramme sollten gewisse Norm- und Gütekriterien aufgestellt werden, z.B. Länge des Programms und Anzahl der Auswahlantworten bzw. Beurteilung nach didaktischen Gesichtspunkten.

3. Untersuchung der Adressatenniveaus und Motivationsanalyse der Schüler unter Berücksichtigung lernpsychologischer Ergebnisse.

4. Ausbildung von Programmierern für Einzelprogrammierung und Programmierungsteams.

5. Aufstellung von Lehrsystemen, die aufeinander aufbauen und in denen sich die einzelnen Lehrprogramme ergänzen.

Schrifttumsverzeichnis

Frank, Helmar — Kybernetische Grundlagen der Pädagogik
2. Aufl., Agis Baden Baden, 1969

Eingegangen am 2. Mai 1969

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Phys. Hildebrand von Einsiedel, 1 Berlin 41, Presselstr. 11 a

Richtlinien für die Manuskriptabfassung.

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.
Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten bei nicht in deutscher Sprache verfaßten Manuskripten eine deutsche Zusammenfassung anzufügen und wenn möglich, zur Vermeidung von Druckfehlern, das Manuskript in Proportionalschrift mit Randausgleich als fertige Photodruckvorlage einzusenden.
Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit kann angeführt werden). Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a", „b" etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a" etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden.

Forme des manuscrits.

Pour accélérer la publication les auteurs sont priés, de bien vouloir envoyer les manuscrits en deux exemplaires. Des figures (à l'encre de chine) et des photos, un exemplaire suffit.
En général les manuscrits qui fourniraient plus de 12 pages imprimées ne peuvent être acceptés. Les manuscrits non demandés ne peuvent être rendus que si les frais de retour sont joints. Si les manuscrits ne sont pas écrits en allemand, les auteurs sont priés de bien vouloir ajouter un résumé en allemand et si possible, pour éviter des fautes d'impression, de fournir le manuscript comme original de l'impression phototechnique, c'est-à-dire tapé avec une machine aux caractères standard et avec marges étroites.
La littérature utilisée doit être citée à la fin de l'article par ordre alphabétique; plusieurs oeuvres du même auteur peuvent être enumérées par ordre chronologique. Le prénom de chaque auteur doit être ajouté, au moins en abrégé. Indiquez le titre, le lieu et l'année de publication, et, si possible, l'éditeur des livres, ou, en cas d'articles de revue, le nom de la révue, le tome, les pages (p.ex. p. 317–324) et l'année, suivant cet ordre; le titre des travaux parus dans de revues peut être mentionné. Les travaux d'un auteur parus la même année sont distingués par «a», «b» etc. Dans le texte on cite le nom de l'auteur, suivi de l'année de l'édition (éventuellement complèté par «a» etc.), mais non pas, en général, le titre de l'ouvrage; si c'est utile on peut ajouter la page ou le paragraphe. Evitez les remarques en bas de pages.

Form of Manuscript.

To speed up publication please send two copies of your paper. From photographs and figures (in indian ink) only one copy is required.
Papers which would cover more than 12 printed pages can normally not be accepted. Manuscripts which have not been asked for by the editor, are only returned if postage is enclosed.
If manuscripts are not written in German, a German summary is requested. If possible these manuscripts should be written as original for phototechnical printing, i. e. typed with proportional types and with straight-line margin.
Papers cited should appear in the Bibliography at the end of the paper in alphabetical order by author, several papers of the same author in chronological order. Give at least the initials of the authors. For books give also the title, the place and year of publication, and, if possible, the publishers. For papers published in periodicals give at least the title of the periodical in the standard international abbreviation, the volume, the pages (e.g. p. 317–324) and the year of publication. (It is useful to add the title of the publication.) When more than one paper of the same author and the same year of publication is cited, the papers are distinguished by a small letter following the year, such as "a", "b" etc. References should be cited in the text by the author's name and the year of publication (if necessary followed by "a" etc.), but generally not with the full title of the paper. It might be useful to mark also the page or paragraphe referred to.